



UNIVERSIDAD
COMPLUTENSE
MADRID

Proyecto de Innovación

Convocatoria 2017/2018

Nº de proyecto: 105

Presentación del prototipo final a la Competición "Chem-E-Car"
en el 10º Congreso Mundial de Ingeniería Química

Nombre del responsable del proyecto: Carlos Negro Álvarez

Facultad de Ciencias Químicas

Departamento de Ingeniería Química y de Materiales

1. Objetivos propuestos en la presentación del proyecto

Los objetivos propuestos en la presentación del proyecto son:

Objetivo 1. Aumento de la motivación de los estudiantes de Ingeniería Química y de otras disciplinas relacionadas, mediante la participación en la Competición Chem-E-Car.

Objetivo 2. Ofrecer a los estudiantes el material docente necesario para desarrollar un proyecto completo de selección de materiales que incluya consideraciones técnicas, medioambientales y económicas, que les permita seleccionar los materiales más adecuados para cada uno de los componentes del prototipo que presentarán a competición en Chem-E-Car.

Objetivo 3. Analizar con los estudiantes el comportamiento temporal de las reacciones clave para el buen funcionamiento del Chem-E-Car. En lo posible, esta sería la base para una modelización del comportamiento del mismo en condiciones de competición simuladas.

Objetivo 4. Presentar la implementación de Chem-E-Car como una herramienta de aprendizaje multidisciplinar, con la construcción de un prototipo de coche por un equipo de estudiantes para su participación en otras ediciones de la Competición Internacional de Chem-E-Car.

Objetivo 5. Fomentar una cultura de trabajo internacional y de colaboración entre el alumnado, facilitando contenidos en inglés y contactos en centros de trabajo que aumenten su empleabilidad.

Objetivo 6. Introducir a los alumnos en la presentación y defensa de un proyecto en el que han trabajado, en este caso, la construcción del Chem-E-Car, en inglés y ante profesores de ingeniería de universidades de todo el mundo. Lo que les permitirá adquirir confianza y seguridad para desenvolverse en diferentes ambientes profesionales en el futuro.

2. Objetivos alcanzados

El **objetivo principal** propuesto inicialmente en el Proyecto se ha alcanzado, con la presentación del prototipo final a la Competición "Chem-E-Car" en el 10º Congreso Mundial de Ingeniería Química, que tuvo lugar el 1 de octubre de 2017 en Barcelona. El equipo de estudiantes que asistió a la competición, que eligieron por nombre "Rocinante", estuvo supervisado por el profesor Carlos Negro (investigador responsable del proyecto) y formado por los siguientes alumnos de diferentes cursos del grado en Ingeniería Química y del grado en Ingeniería de Materiales: Raúl Alberola Sánchez, Pablo Ara Jimeno, Héctor Arriba Gutiérrez, Pablo Arsuaga Cao, Pilar Bolívar Tejedo, Pablo del Amo Salgado, Lucía Espinosa García, Alicia Galán Galán, Alejandro Márquez Negro, Diego Martín Jiménez, Lorena Morona Murillo (capitana) y Jesús Resino Guirán (figura 1).



Figura 1. Equipo "Rocinante" de la UCM

Para poder presentar el vehículo construido, los estudiantes tuvieron que completar los documentos de diseño requeridos por AIChE ("Engineering Design Pack", EDP) y comprobar que se cumplían todos los requisitos de la competición, incluidos los relacionados con la seguridad y el impacto ambiental, para construirlo acorde con el diseño final del mismo, ponerlo en marcha y simular la cinética de las reacciones implicadas en su movimiento y parada. Además, según las normas de la competición, elaboraron un póster que describía el diseño y la simulación cinética, así como grabar un video sobre el funcionamiento del prototipo en el que se observa cómo se desplaza autónomamente.

Aunque los estudiantes no consiguieron hacer que el prototipo se moviera el día de la competición, la participación en la Competición Chem-E-Car ha sido una experiencia que les ha permitido aumentar su motivación por la Ingeniería Química y otras disciplinas relacionadas (**objetivo 1**) e introducirse en la presentación y defensa de un proyecto en inglés ante profesores de ingeniería de universidades de todo el mundo, fomentando una cultura de trabajo internacional, de colaboración y de establecimiento de contactos en centros de trabajo que favorezcan su empleabilidad en el futuro (**objetivos 5 y 6**).

La construcción del prototipo y la participación en la competición ha sido posible gracias a que los profesores han ofrecido a los estudiantes el material docente necesario para desarrollar el proyecto completo de selección de materiales, incluyendo consideraciones técnicas, medioambientales y económicas, que les ha permitido seleccionar los materiales más adecuados para cada uno de los componentes del prototipo. Además, han analizado con ellos el comportamiento temporal de las reacciones, clave para el buen funcionamiento del Chem-E-Car (**objetivos 2 y 3**).

Por tanto, de esta manera, se ha empezado a implementar Chem-E-Car como una herramienta de aprendizaje multidisciplinar, que permita mantener un equipo de estudiantes para su participación en otras ediciones de la Competición Internacional de Chem-E-Car (**objetivo 4**).

3. Metodología empleada en el proyecto

La consecución de los objetivos se ha llevado a cabo mediante las siguientes actividades:

Actividad 1. Construcción del primer prototipo español de Chem-E-Car según el diseño recogido en el EDP, de acuerdo a la normativa de la competición, mediante impresión en 3D.

Actividad 2. Puesta a prueba del coche. Los estudiantes probaron el coche en un espacio suficientemente amplio en los laboratorios del Departamento de Ingeniería Química, con las medidas de seguridad necesarias y una zona adecuada para la preparación de las disoluciones y reactivos. Se evaluaron las desviaciones de funcionamiento con respecto a los resultados de los ensayos *in vitro* (PIMCD 28) y se reajustaron los componentes necesarios. Los estudiantes elaboraron el plano del lugar de experimentación, con todos los elementos de seguridad, requerido por AIChE y que se incluyó en el EDP.

Actividad 3. Optimización de la reacción de frenado necesaria para la parada del vehículo. En esencia, se analizó su cinética de manera experimental y matemática. Este trabajo, recogido en la siguiente actividad, obliga a un conocimiento exacto de las condiciones en las que se da la reacción. Esta reacción dispara un interruptor óptico que frena al coche.

Actividad 4. Calibrado del coche. Los estudiantes obtuvieron experimentalmente un modelo matemático que relacionaba la distancia recorrida por el coche con la cantidad de reactivos (ácido ascórbico y yoduro potásico) en función de la carga de agua y el tipo de suelo. Esto permitió a los estudiantes determinar las dosificaciones necesarias en la competición cuando se les informó de la distancia a recorrer y la carga.

Actividad 5. Se completó toda la documentación necesaria para su presentación en la Competición (EDP con todos los datos de las piezas del vehículo).

Actividad 6. Los alumnos elaboraron el póster y prepararon su presentación en inglés, el vídeo y el dossier, necesario para presentar en la Competición.

Actividad 7. El equipo "Rocinante" participó en la competición mundial que se celebró en el 10º Congreso Mundial de Ingeniería Química en Barcelona del 1 al 5 de octubre de 2017, dentro de la Conferencia de Estudiantes de AIChE con el prototipo final.

Actividad 8. Los alumnos que asistieron a la competición transfirieron los conocimientos y compartieron la experiencia adquiridos con las universidades españolas participantes en la Competición (Rovira i Virgili, Cantabria, Santiago y Politécnica de Cataluña).

Actividad 9. El equipo de proyecto difundió su experiencia del equipo en la Competición mediante la celebración de un seminario en la UCM.

4. Recursos humanos

Durante el desarrollo del Proyecto han participado los profesores y los doctorandos de los tres grupos de investigación de la Facultad de Químicas, según se presentó en la propuesta, actualmente del departamento de Ingeniería Química y de Materiales: el Grupo de Celulosa y Papel, el Grupo de Físico-Química de Procesos Industriales y Medioambientales y el Grupo de Ingeniería de Superficies y Materiales Nanoestructurados.

El Grupo de Celulosa y Papel, formado por 6 profesores, 4 investigadores pre- y posdoctorales y 1 técnico de laboratorio, ha llevado a cabo la coordinación del proyecto y ha tutorizado y supervisado a los estudiantes en los ensayos de laboratorio y durante la Competición.

El Grupo de Físico-Química de Procesos Industriales y Medioambientales, formado por 2 profesores y 2 investigadores predoctorales, ha trabajado principalmente en las actividades relacionadas con las reacciones químicas.

El Grupo de Ingeniería de Superficies y Materiales Nanoestructurados, formado por 3 profesores y 5 investigadores predoctorales, ha trabajado principalmente en las actividades relacionadas con la selección de materiales.

El equipo de estudiantes está formado por 17 miembros (aunque para la Competición se inscribieron 11 de ellos):

- Alumnos del grado de Ingeniería Química: **Lorena Morona Murillo (capitana)**, Maurizio Carlucci Zambrano, **Raúl Alberola Sánchez**, **Jesús Resino Guirán**, **Pablo Arsuaga Cao**, **Pablo Ara Jimeno**, **Pilar Bolívar Tejedo**, **Pablo del Amo Salgado**, Lucía Espinosa García, Gemma Fernández Rodríguez, **Alicia Galán Galán**, **Alejandro Márquez Negro**, **Diego Martín Jiménez**, Antonio Pedregal Saez.
- Alumnos del grado en Ingeniería de Materiales: Jorge Navarro Torres, **Héctor Arriba Gutiérrez**, Luis Sancho González.

5. Desarrollo de las actividades

Actividad 1. Construcción del primer prototipo español de Chem-E-Car según el diseño recogido en el EDP, según la normativa de la Competición, mediante impresión 3D (figura 2).

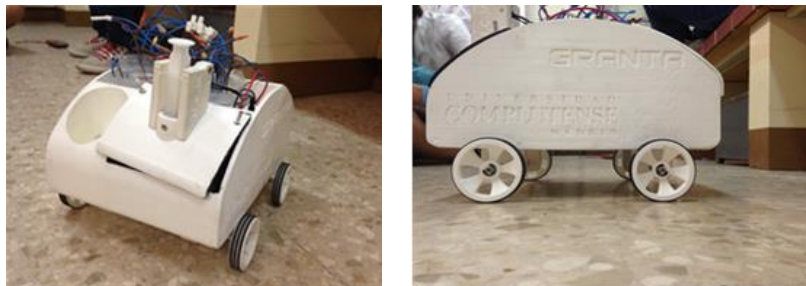


Figura 2. Prototipo construido por los estudiantes de la UCM

Actividad 2. Puesta a prueba del coche. Los estudiantes probaron el coche en un espacio suficientemente amplio en los laboratorios del Departamento de Ingeniería Química, con las medidas de seguridad necesarias y una zona adecuada para la preparación de las disoluciones y reactivos. Se evaluaron las desviaciones de funcionamiento con respecto a los resultados de los ensayos *in vitro* (PIMCD 28) y se reajustaron los componentes necesarios. Los profesores del grupo de proyecto les asesoraron en la búsqueda de soluciones a cada problema surgido, como la selección del sistema de engranajes y ruedas más adecuados para el movimiento recto del coche. Los estudiantes elaboraron el plano del lugar de experimentación, con todos los elementos de seguridad, requerido por AIChE y que se incluyó con el EDP (ANEXO A).

Actividad 3. Optimización de la reacción de frenado necesaria para la parada del vehículo. En esencia, se habrá de analizar su cinética de manera experimental y, a ser posible, matemática. Este trabajo, recogido en la siguiente actividad, obliga a un conocimiento exacto de las condiciones en las que se da la reacción. Esta reacción dispara un interruptor óptico que frena al coche. Los estudiantes complementaron las experimentaciones previas llevadas a cabo, realizando ensayos con el coche en las condiciones finales en las que se participó en la competición. Obtuvieron los ajustes para el cálculo de los reactivos en función de la distancia y la carga propuestas para la competición, y que incluyeron en el poster que presentaron.

Actividad 4. Calibrado del coche. Los estudiantes obtuvieron experimentalmente un modelo matemático que relacionaba la distancia recorrida por el coche con la cantidad de reactivos (ácido ascórbico y yoduro potásico) en función de la carga de agua y el tipo de suelo. Esto permitió a los estudiantes determinar las dosificaciones necesarias en la competición cuando se les informó de la distancia a recorrer y la carga.

Actividad 5. Se completó toda la documentación necesaria para su presentación en la Competición (EDP con todos los datos de las piezas del vehículo) (ANEXO A).

Actividad 6. Los alumnos elaboraron el póster (figura 3, ANEXO B) y prepararon su presentación en inglés; el vídeo (<https://youtu.be/dFXBqPc9lwo>); y el dossier que incluía físicamente el EDP y las hojas de seguridad, material necesario para presentar en la Competición.

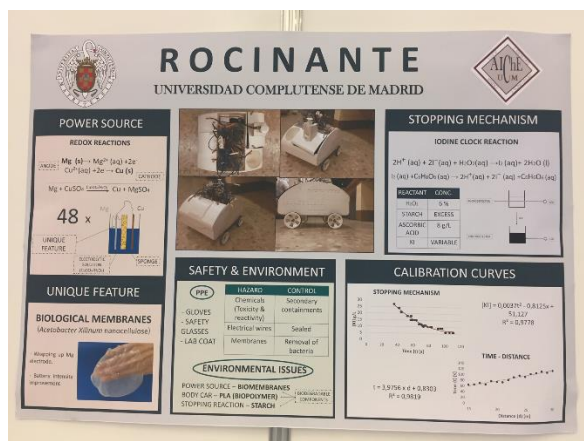


Figura 3. Póster presentado en la competición Chem-E-car por el equipo “Rocinante” de la UCM

Actividad 7. Participación en la Competición Mundial que se celebró en el 10º Congreso Mundial de Ingeniería Química en Barcelona del 1 al 5 de octubre de 2017 (figura 4). El equipo participante que asistió a la Competición eligió como nombre “Rocinante”. Los estudiantes trabajaron para poner en marcha el coche en el primer intento de la competición, pero pronto se dieron cuenta de que el coche no se movía debido a un problema con la reacción de propulsión. Aun así, no se rindieron e intentaron ponerlo en marcha tanto en el primer como en el segundo intento de la competición.

No obstante, después de los dos intentos permitidos por la organización para poner en marcha el prototipo, no consiguieron que éste se moviera y realizara el recorrido.

A pesar de este inconveniente, que les desanimó momentáneamente, los estudiantes aprovecharon la oportunidad de la competición para relacionarse con estudiantes de Ingeniería Química de otros países y aprender de lo propuesto por otros equipos en la competición.



Figura 4. Equipo “Rocinante” preparando el prototipo durante la Competición

Actividad 8. Con el fin de transferir los conocimientos y compartir la experiencia adquiridos con las universidades españolas participantes en la Competición, los profesores e investigadores participantes en el proyecto presentaron la comunicación oral titulada “**Chem-E car experience**” en el IV Congreso de Innovación Docente en Ingeniería Química celebrado en Santander del 21 al 23 de enero de 2018.

Así mismo, han elaborado el artículo docente titulado **“Learning by doing: Chem-E-Car® motivating experience”** aceptado recientemente en la Revista *Education for Chemical Engineers*.

Actividad 9. Difusión de la experiencia del equipo de proyecto en la Competición mediante la celebración de un seminario en la UCM. Se realizó un seminario en el que los estudiantes presentaron su coche y explicaron su funcionamiento con una presentación en powerpoint (ANEXO C).

Además los estudiantes se han seguido reuniendo para evaluar como continuar con el proyecto y transferir los conocimientos a los nuevos estudiantes de grado (ANEXO D).

6. Anexos

ANEXO A. Engineering Desing Pack (EDP)

Job Safety Assessment Form Chem-E-Car Competition 2017 Annual Student Conference Competition

University: Universidad Complutense de Madrid	Vehicle Name: Rocinante
JSA Author/ Team Captain Name: Lorena Morona lorenamorona@gmail.com	Team Captain Email:
Faculty Supervisor: Carlos Negro Álvarez	Supervisor Email: cnegro@ucm.es
Revision #: 02	Revision Date: 29 th September 2017

Purpose of Experiment / Equipment: Briefly describe your Chem-E-Car's design, intended mode for operation (source of power), intended mode for control (stopping), and major hazards and their control.

Describe your car's design: Our car is a 3D impressed design and it is powered by Copper-Magnesium cells assisted by $\text{CuSO}_4/\text{H}_2\text{O}_2$ as electrolytic solution impregnated in commercial sponges and nanocellulose membranes to improve the efficiency of the battery. The car stops by an Iodine clock reaction.

Power source: COPPER-MAGNESIUM BATTERY. It consists of 48 cells with two electrodes, individually packed, and each of them are prepared using copper plate of 3x4 cm as the cathode and magnesium plate of 3.5x1.5 cm as the anode. That combination of electrodes was selected after working with other possibilities. Furthermore, commercial sponges are impregnated in the electrolytic solution (220 g/l of CuSO_4 and 1% w/w of H_2O_2) and placed between the two electrodes of each cell to assist the electronic flow, which help to achieve better performance of the battery. Additionally, biological membranes made of nanocellulose wrap up the magnesium electrode to improve the performance of the battery. The voltage and intensity reached with this power source are 6 V and 300 mA, respectively, which allow to move the car once the cells are connected to the engine for all the possible conditions in the competition.

Stopping mechanism: IODINE CLOCK REACTION. It consists of allowing or not the light to pass through a dissolution. Initially, 40 ml of reaction solution are prepared with 0.25 g of starch, 10 ml of hydrogen peroxide 6 %, 10 ml of ascorbic acid solution (0.8 g/l) and 20 ml of water. The start-up procedure consists of the injection with a syringe of 14 ml of potassium iodine solution, whose concentration will be adjusted depending on the distance and weight. The reaction solution remains transparent and the LED light can cross it, reaching the photodetector, while the complex KI-starch is being formed. Once the dark complex is formed, the light cannot cross through the reaction solution, opening the electric circuit and stopping the car.

Hazards inherent in design:
Toxic substances: Copper sulfate.
Reactive substances: hydrogen peroxide.

Electrical hazards during construction and operation.

Mechanical hazards during construction.

Spills during operation.

Membranes: Biohazard level 1.

Safety measures:

Cells of battery are inside a secondary containment of polypropylene.

Use of a syringe to prevent spills.

Correct use of adequate laboratory material.

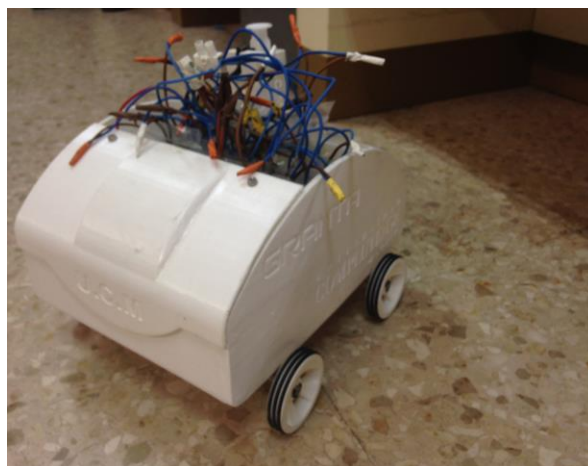
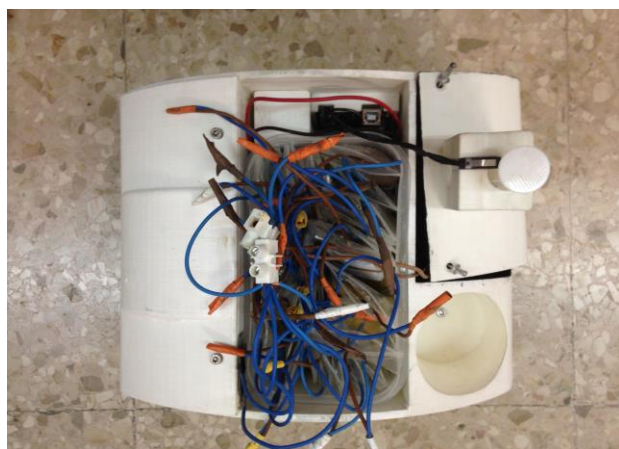
Membranes have been treated with NaOH at high temperature to eliminate the bacteria.

Therefore, there is no need of further control in the car. After membranes production all the culture broths were treated with bleach to kill bacteria before they were disposed of.

Please list the major design changes for your car, and how it is different from the vehicle your School/Team used last year (If your school did not compete in the Chem-E-Car Competition in the previous year, you can leave this section blank):

Photos of Completed Vehicle:

In this section, please add a photo or photos of your vehicle after construction has been completed. These pictures must be current. The entire car must be visible in the picture. Remove the top to expose electrical controls if necessary. Multiple views of the car are encouraged. A drawing or autocad document is NOT acceptable



Request for Power Outlet at Competition Site: If your team requires a power outlet at your table at the competition, please provide reasoning here: Please note that outlets requested to plug in laptops at your table will not be granted.

No required



Certifications Page

2017 Annual Student Conference Chem-E-Car Competition®

University: Universidad Complutense de Madrid	Vehicle Name: Rocinante
Primary Student Contact Name: Lorena Morona Murillo	Email: lorenamorona@gmail.com
Faculty Supervisor: Carlos Negro Álvarez	Email: cnegro@ucm.es

1. Required Safety Training:

Date and location of required Chem-E-Car safety training for faculty advisor:

Advisor Name Carlos Negro Álvarez

Safety Training Location UCM-QB67

Safety Training Date 22th April 2016

List below each student team member and the date and location of safety training:

Team Member Name	Location	Date
Raúl Alberola Sánchez	UCM	22th April 2016
Pablo del Amo Salgado	UCM	22th April 2016
Pablo Ara Jimeno	UCM	22th April 2016
Pablo Arsuaga Cao	UCM	22th April 2016
Héctor Arriba Gutiérrez	UCM	16th August 2017
Pilar Bolívar Tejedo	UCM	22th April 2016
Alicia Galán Galán	UCM	22th April 2016
Alejandro Márquez Negro	UCM	22th April 2016
Diego Martín Jiménez	UCM	22th April 2016
Lorena Morona Murillo	UCM	22th April 2016
Jesús Resino Guirao	UCM	22th April 2016
Carlos Negro Álvarez	UCM	14th September 2017

2. Faculty Certification:

I certify that this student team has followed all of the safety rules, has completed an engineering documentation package, has completed a safety review under my supervision or with an outside expert, and has at least ten hours of operating experience:

Faculty Advisor Name Carlos Negro Álvarez

Faculty Advisor Signature _____ Date 29th September 2017

Outside Expert Name _____

Outside Expert Signature _____ Date _____

3. Student Certification:

We certify that we have followed all of the safety rules, have completed an engineering documentation package, have completed a safety review with my faculty supervisor or with an outside expert, and have at least ten hours of operating experience:

Team Member Signature

Date

29th September 2017

29th September 2017

29th September 2017

29th September 2017

29th September 2017

29th September 2017

Submission instructions: Teams must submit this form with their Regional EDP. Print off both pages, have team members and your advisor sign and then scan the document and include it with your EDP.

7

Team Name: AIChE UCM

Student Chapter: AIChE UCM

1. Briefly describe the reaction / mechanism your vehicle uses to move.

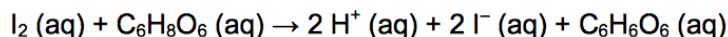
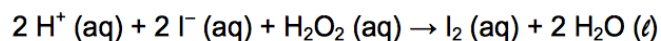
COPPER-MAGNESIUM BATTERY. It consists of two electrodes, copper electrode (cathode) and magnesium electrode (anode). First of all, the electrolytic solution is prepared ($\text{CuSO}_4/\text{H}_2\text{O}_2$) saturated. Then a sponge is impregnated in the electrolytic solution ($\text{CuSO}_4/\text{H}_2\text{O}_2$) and it is placed between the electrodes. Hydrogen peroxide depletes pH in order to improve electrons flow. Then each cell is packed in a container to avoid leaks. To improve the performance of the battery, a biological membrane wraps up the magnesium electrode.

The battery is formed by 64 cells connected in series and parallel to get the voltage and intensity required by the engine.

Biological membranes are used to improve the battery intensity and they were prepared at University laboratory helped by the researchers working on that field. Membranes are made of bacterial nanocellulose, which is a polymer of cellulose excreted by bacteria (*Acetobacter Xilinum*), cultivated in a static mode. Finally a membrane of nanocellulose is obtained, characterized by its high strength and its high porosity, which was really useful in electrolytic battery.

2. Describe the reaction that your vehicle uses to stop at the designated finish line.

IODINE CLOCK REACTION. Firstly, the starch from potato is dissolved in H_2O_2 (6%w)/ H_2O . Right after, it is prepared an ascorbic acid solution. Both solution are mixed in the reaction container. Lately, it is prepared a KI solution which concentration will set the reaction time. Next, a syringe is filled with the KI solution and is attached on the top of the reaction box, so the KI solution can be added with the box closed, to not allow the access of room light. The iodine formed in the first reaction is immediately reduced by the ascorbic acid, so it cannot complex with the starch and stop the light detection until all the ascorbic acid is disappeared.



3. If your vehicle is 3 meters short of the designated finish line on the first run, what changes does your team make to the stopping reaction to adjust for the correct distance?

Calculus for the first run will be made considering the water weight and the distance. The weight will be used to determine the speed of the car using the regression. With the values of both speed and distance, the time, during which the car must be moving, will be calculated. This value of time will be used in the regression to obtain the adequate concentration of Potassium Iodide. As weight and distance will not change for the second run, the car speed will not change between the first and the second runs. However, the new value for distance to calculate the time will be the distance use for the first run summing up the 3 m. This new value of time will be used in the regression to obtain the new Potassium Iodide concentration.

Safety and Rules Verification Form

Page 2

We, the undersigned team members, leaders and advisor of Universidad Complutense de Madrid Chem-E-Car Competition team, do hereby verify that we have complied with all rules and safety requirements, as posted on the AICHE Chem-E-Car Competition® Web page. If we qualify (or our team is on the open slot list and are informed we are able) to compete at the Chem-E-Car Competition, we understand and agree that if our completed EDP package is not resubmitted by the posted deadline, we will not be allowed to compete at the Chem-E-Car Competition.

Team Members:

Printed Name	Signature	Date
Lorena Morona Murillo		29 th September 2017
Raúl Alberola Sánchez		29 th September 2017
Diego Martín Jiménez		29 th September 2017
Pilar Bolívar Tejedo		29 th September 2017
Alicia Galán Galán		29 th September 2017
Jesús Resino Guirao		29 th September 2017
Pablo del Amo Salgado		29 th September 2017
Pablo Ara Jimeno		29 th September 2017
Alejandro Márquez Negro		29 th September 2017
Pablo Arsuaga Cao		29 th September 2017
Héctor Arriba Gutiérrez		29 th September 2017

Team Advisor:

Printed Name	Signature	Date
Carlos Negro Álvarez		29 th September 2017

Hazards Analysis

This page applies to your home institution – not the competition site. Please attach a floor diagram of the laboratory where you will be building and testing your vehicle on the following page. List the location of available safety equipment and spill response supplies on this diagram.

Expected Operating Conditions:

Temperature	Pressure
Normal: 25°C	Normal: 1010 hPa
Minimum: 20°C	Minimum: 998 hPa
Maximum: 50°C	Maximum: 1027 hPa

Personal Protective Equipment (PPE): Check all PPE worn during operation of this Chem-E-Car. Do not list these in the procedure section.

<input checked="" type="checkbox"/> Long Pants	<input checked="" type="checkbox"/> Safety Glasses	<input type="checkbox"/> Hard Hat	<input type="checkbox"/> Apron
<input checked="" type="checkbox"/> Long Sleeves	<input type="checkbox"/> Splash Goggles	<input type="checkbox"/> Insulated Gloves	<input type="checkbox"/> Ear Protection
<input checked="" type="checkbox"/> Non-porous Shoes	<input type="checkbox"/> Face Shield	<input checked="" type="checkbox"/> Chemical Gloves	<input checked="" type="checkbox"/> Other: lab coat

Available Safety Equipment – Provide the location of each item shown below at your home institution where your vehicle will be operated and tested. Show the location of this equipment on your provided floor plan. If not available, type “NA” in the field.

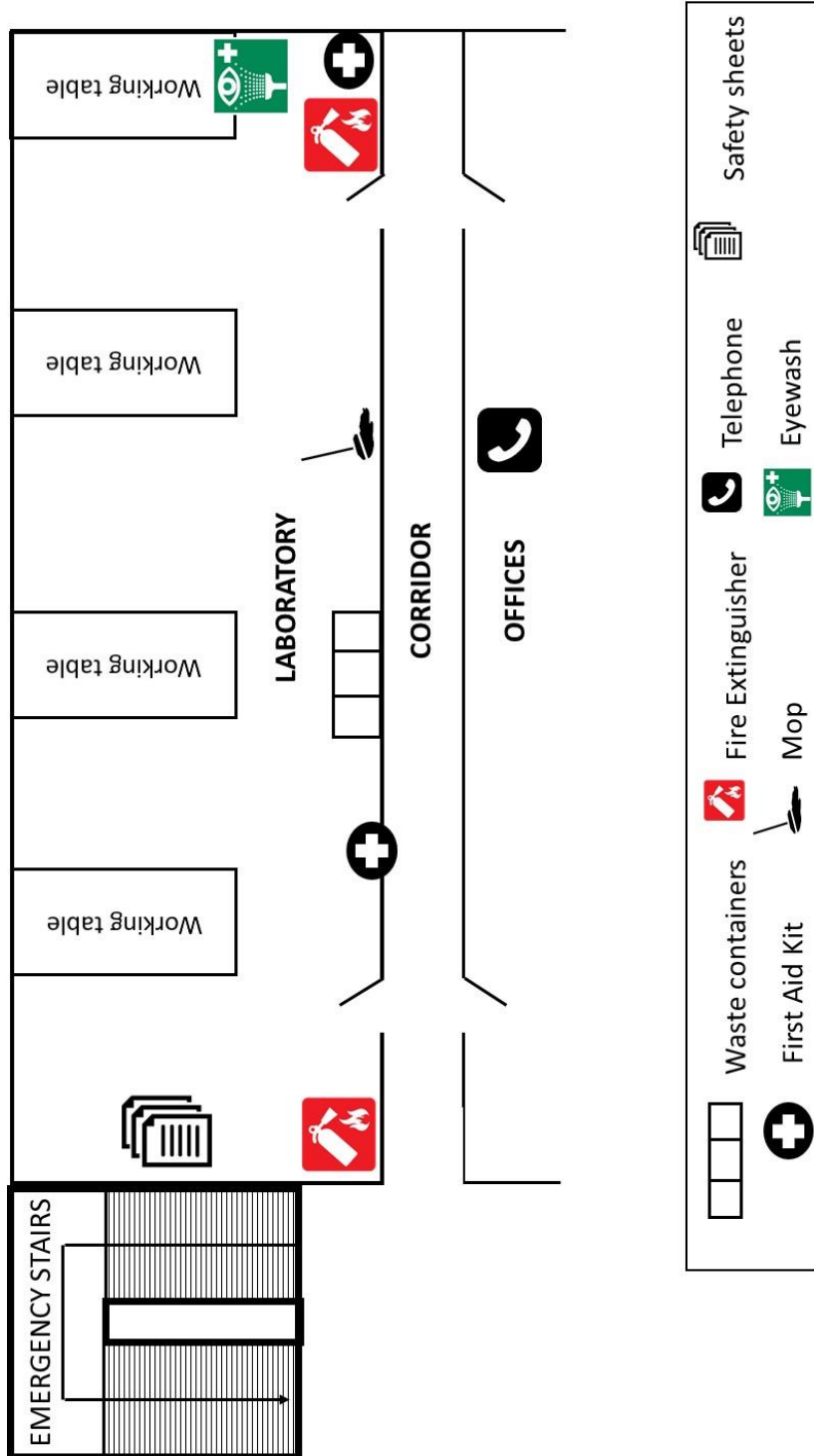
Item	Location
Fire Extinguisher:	Laboratory
Eyewash:	Laboratory
Safety Shower:	NA
Telephone:	Office in front of the laboratory (+34913944245)
First Aid Kit:	Laboratory
Spill Containment	NA
Other: Waste Containers MSDS	Laboratory

Spill Response Supplies - Provide the location of each item shown below at your home institution where your vehicle will be operated and tested. Show the location of this equipment on the attached floor plan. If not available, type “NA” in the field.

Item	Location
Spill Kit:	Laboratory
Floor-Dri:	Laboratory
Spill Dikes:	NA
Sodium Bicarbonate:	Laboratory
Drain Plugs:	Laboratory
Spill Pillows:	NA
Mercury Spill Kit:	NA
Other:	

Hazards Analysis

Laboratory Floor Plan/ Diagram: Please insert a floor plan diagram of the laboratory where you will be building and testing your vehicle on this page. List the location of available safety equipment and spill response supplies from the previous page on this diagram.



Hazards Analysis

Disallowed Activities: All activities listed below are not allowed and will result in a multi-year disqualification of your university from ChemE car competition and possible fines.

Item
(a) No transport of chemicals in private, university or rental vehicles either to or from the competition.
(b) Chemicals must not be stored in hotel rooms or other facilities not rated for chemical storage. Approved chemical storage will be provided at the host site.
(c) No vehicle testing in hotel or dorm hallways, warehouses, or other facilities that are not designed for chemical handling. This includes your university and the competition site.
(d) No improper disposal of chemicals at the conclusion of the competition. All chemicals shipped to the competition site must be disposed of in a safe and environmental fashion following all local, state and national regulatory measures. Chemical disposal will normally be provided by the host site.

Disallowed Vehicles: All of the items listed below are not allowed.

Item	Explanation
(a) Flames and/or smoke	Both inside and outside the vehicle, except for commercial internal combustion engines. See ChemE car rules for using commercial internal combustion engines. Note that NO SMOKE is allowed from any vehicle, including those using internal combustion engines.
(b) Liquid Discharge	Liquid may not be discharged under normal operating conditions.
(c) Open and/or improperly secured containers	Containing chemicals having an NFPA rating of 2 or greater. No open containers allowed at the starting line or during the operation of your vehicle. All containers with these chemicals must have secure lids and must be secured to the vehicle. All containers brought to the starting line must have lids, be properly labeled, and proper personal protective equipment must be used.
(d) Chemical pouring at starting line	Any chemicals with an NFPA rating of 2 or greater. Use a holding vessel on vehicle, with valve, to load starting chemicals.
(e) Regulated Chemicals	A number of chemicals are listed by OSHA as a special hazard. See list below. OSHA has a special regulation for each chemical. See www.osha.gov for details.
(f) Highly Reactive / Unstable Chemicals	Any chemical, raw material, intermediate or product with an NFPA reactivity / instability rating of 4.
(g) Hydrogen peroxide	Hydrogen peroxide at concentrations of greater than 30% are not allowed.

Regulated chemicals: asbestos, coal tar pitch volatiles, 4-nitrobiphenyl, alpha-naphthylamine, methyl chloromethyl ether, 3,3'-dichlorobenzidine, bis-chloromethyl ether, beta-naphthylamine, benzidine, 4-aminodiphenyl, ethyleneimine, beta-propiolactone, 2-acetylaminofluorene, 4-dimethylaminoazo-benzene, n-nitrosodimethylamine, vinyl chloride, inorganic arsenic, benzene, 1,2-dibromo-3-chloropropane, acrylonitrile, ethylene oxide, formaldehyde, 4,4'-Methylenedianiline, 1,3-butadiene, methylene chloride.

Hazards Analysis

Vehicle Primary Hazards Checklist: Check the left hand column box if the hazards listed below exist on the vehicle. Then check the applicable means of control for each hazard.

Hazard (check if present)	Control
<input type="checkbox"/> (a) Pressure	<p>Anything greater than 1 psig? Must meet all requirements below:</p> <p><input type="checkbox"/> Pressure gauge (must read to 2x max. operating pressure)</p> <p><input type="checkbox"/> Emergency relief device set to no more than 1.1 times max. operating pressure. Relief sizing calculations must be provided.</p> <p><input type="checkbox"/> Emergency relief device in proper location.</p> <p><input type="checkbox"/> Pressure certification – see Pressure Vessel Testing Protocol</p> <p><input type="checkbox"/> Proper management system to prevent over or mis-charging.</p> <p><input type="checkbox"/> All car components exposed to pressure must be certified to operate at that pressure. Provide manufacturer's pressure specifications.</p> <p><input type="checkbox"/> No PVC, cPVC or polyethylene terephthalate (PETE or PET) plastics in pressure service</p> <p>Must have measurements or calculations to prove maximum operating pressure. Max allowable pressure this year is 500 psig. See ChemE car rules for more details on these requirements.</p>
<input checked="" type="checkbox"/> (b) Toxic	<p>Any chemicals with an NFPA toxicity of 2 or greater?</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Doubly contained and handled properly.</p>
<input type="checkbox"/> (c) Flammable	<p>Any chemicals with an NFPA flammability rating of 2 or higher?</p> <p><input type="checkbox"/> Doubly contained and handled properly</p>
<input checked="" type="checkbox"/> (d) Reactive	<p>Any chemicals with an NFPA instability / reactivity rating of 2 or 3?</p> <p>Chemicals with a 4 rating are not allowed.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Doubly contained and handled properly.</p>
<input type="checkbox"/> (e) Temperature	<p>Any exposed surface greater than 150 deg. F or under 32 deg F?</p> <p><input type="checkbox"/> Insulation or barrier to prevent contact.</p>
<input checked="" type="checkbox"/> (f) Electrical	<p>Exposed wiring and electrically energized components are ignition, electrocution, and a shorting / fire hazard. Alligator clips and twisted wire connections are not allowed – use binding posts or banana plugs for a more secure connection.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Proper electrical insulation and connections provided.</p>
<input type="checkbox"/> (g) Mechanical	<p>Any fast moving parts (meshing gears, belts or chains) that are pinch hazards?</p> <p><input type="checkbox"/> Guards present and adequate.</p>
<input type="checkbox"/> (h) Oxygen	<p>All components exposed to oxygen must be</p> <p><input type="checkbox"/> certified for oxygen service.</p> <p><input type="checkbox"/> thoroughly cleaned of contaminants as per instructions in rules.</p> <p><input type="checkbox"/> not used previously for other types of service.</p>
<input checked="" type="checkbox"/> (i) Biohazards	<p><input checked="" type="checkbox"/> No biohazards greater than biohazard level 1 either during the design, development, preparation or competition phases of your car.</p>

Hazards Analysis

Fabrication & Operation Additional Hazard Detail Check List: Check all hazards that are likely to be encountered during your Chem.-Car construction and operation. List the major source(s) of the hazard and describe how the hazard(s) will be controlled. If both construction and hazard columns are checked in an individual row, then the hazards should be identified separately for both the construction and operation.

Hazard	Present During		Control Method(s) ¹	PPE Required ¹
	Construction?	Operation?		
Pressure	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Toxicity	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		Gloves
Flammability	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Reactivity / Instability	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		Gloves, lab coat and glasses
Hot Surfaces/ High Temp > 150 F	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Cold Surfaces/ Low Temp < 0 C	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Electrical	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Switch	
Arc welding	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Gas welding	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Lathe	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Milling machine	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Handheld power tools	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Drill press	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Supervision	Glasses
Other mechanical Hazards	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Supervision	Glasses
Paint spraying	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Ionizing radiation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Laser radiation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Asphyxiates	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Open flames	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Potential Spills	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		Gloves, lab coat and glasses
Biohazards:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Supervision	Gloves, lab coat and glasses
Other:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		

Chemical Information

Description of Chemistry/Chemical Reactions: Provide details below on any chemical reaction(s) that occur in your process. Please show the species involved, the stoichiometry and the heat of reaction, if available. Also list side reactions and any other reactions that may impact safety.

POWER SOURCE	STOPPING MECHANISM
$\text{Mg} \rightarrow \text{Mg}^{2+} + 2\text{e}^-$ $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$	$2 \text{H}^+ (\text{aq}) + 2 \text{I}^- (\text{KI}) (\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}_2 (\text{aq}) \rightarrow \text{I}_2 (\text{aq}) + 2 \text{H}_2\text{O} (\text{l})$ $\text{I}_2 (\text{aq}) + \text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6 (\text{aq}) \rightarrow 2 \text{H}^+ (\text{aq}) + 2 \text{I}^- (\text{aq}) + \text{C}_6\text{H}_6\text{O}_6 (\text{aq})$ $\text{I}_2 (\text{aq}) + \text{Starch} \rightarrow \text{I}_2\text{-Starch complex}$
$\text{Mg} + \text{CuSO}_4 \xrightarrow{\text{CuSO}_4/\text{H}_2\text{O}_2} \text{Cu} + \text{MgSO}_4$	

Table 1: Please list all Chemicals, concentrations and quantities that will be shipped to competition site. This is so the Host can prepare to receive, store and transport your chemicals.

Chemical Name	Chemical State Solid, Liquid, Gas	Concentration Be sure to list units!	Amount Sending To Competition Site
Copper (II) Sulphate ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)	Solid	pure	125 g
Potassium Iodide	Solid	pure	100 g
Hydrogen peroxide (H_2O_2)	Liquid	6% w/v	500 mL
Ascorbic Acid	Solid	pure	50 g
Starch	Solid	pure	100 g
Distilled water	Liquid	pure	4000 ml

Notes: Please include any special storage requests that the Host should be aware of, and how many boxes you expect to ship.

We expect to ship 2 boxes

Table 2: Please list all Chemicals that you expect to generate and dispose of during the competition. This should be WASTE/ USED chemicals only.

Chemical Name	Concentration Be sure to list units!	Amount	Waste Classification (Acid, Base, Organic, Metal, Oxidizer, Other)
Copper (II) Sulphate	0.1 M	500 ml	Metal
Magnesium Sulphate	0.05 M	100 ml	Metal
Iodide-Starch complex	0.5 M	2000 ml	Metal

Table 3: Please list any unused chemicals that you expect to have leftover after the competition is done. These will be donated to the Host University. These should NOT be waste/ used chemicals.

Chemical Name	Chemical State Solid, Liquid, Gas	Concentration Be sure to list units!	Amount Expected to be Leftover
Starch from Potato Soluble	Solid	Pure	25 g
Potassium Iodide	Solid	Pure	20 g
Ascorbic Acid	Solid	Pure	10 g
Copper (II) Sulphate (CuSO ₄ 5H ₂ O)	Solid	Pure	30 g
Hydrogen peroxide (H ₂ O ₂)	Liquid	6% w/v	100 mL

Chemical Hazards and Disposal

Chemical Properties and Hazards for ALL CHEMICALS, including reactants, intermediates and products.

Chemical Name	Physical State S, L, G	NFPA Ratings*				Incompatible Chemicals List chemicals present within the laboratory, and any others that may come in contact.	Flash Point Temp.	Flammability Limits	
		H	F	S	Sp.			LFL	UFL
Copper (II) Sulfate	S	2	0	0		Acetylene	923K	NA	NA
Copper	S	2	0	1		Salts of Pb, Ca and Sr. Borax	737K	NA	NA
Magnesium	S	1	1	1		Fire		NA	NA
Magnesium Sulfate	S	1	0	0				NA	NA
Potassium Iodide	S	1	1	1		NH ₃ and F.	954K	NA	NA
Hydrogen Peroxide 6%	L	3	0	3	Ox	Copper, alcohols, acetone, organic materials	423K	NA	NA
Ascorbic Acid	S	1	1	0		Heating		NA	NA
Starch	S	0	1	0		Iode, Oxidants		NA	NA

*NFPA Ratings: H – Health, F – Flammability, S – Stability, Sp. – Special

Chemical Toxicology, Regulation and Disposal: List the same chemicals that appear above, in the same order.

Chemical Name	Toxicology			Hazardous Waste Number	OSHA Regulated?	Personal Protective Equipment Specific to this Chemical
	TWA	PEL	Other			
Copper (II) Sulfate	1 mg/m ³	NA	IDLH: 100 mg/m ³	III	<input type="checkbox"/>	Splash goggles. Lab coat. Dust respirator
Copper	1 mg/m ³	NA	NA	NA	<input type="checkbox"/>	Splash goggles. Lab coat. Dust respirator.
Magnesium	NA	NA	NA	NA	<input type="checkbox"/>	Splash goggles. Lab coat. Dust respirator
Magnesium Sulfate	NA	NA	NA	NA	<input type="checkbox"/>	Safety glasses. Lab coat. Dust respirator
Potassium Iodide	NA	NA	NA	NA	<input type="checkbox"/>	Splash goggles. Lab coat. Dust respirator
Hydrogen Peroxide 6%	1 ppm	NA	IDLH: 75 ppm	NA	<input type="checkbox"/>	Splash goggles. Lab coat. Dust respirator
Ascorbic Acid	NA	NA	NA	NA	<input type="checkbox"/>	Splash goggles. Lab coat. Dust respirator
Starch	NA	NA	NA	NA	<input type="checkbox"/>	Splash goggles. Lab coat. Dust respirator

Biohazards: Provide details below on any biological hazards that may occur during the design, development, preparation or competition phases of your car. Please list the biological hazards, the biohazard level, and a description of how these agents will be safety handled.

The bacteria used to produce the nanocellulose membrane are *Komagataeibacter sucrofermentans* (CECT 7291, Spain), whose identified biohazard is 1. However, in the car, the used membranes have been treated with NaOH at high temperature to eliminate the bacteria. Therefore, there is no need of further control in the car. After membranes production all the culture broths were treated with bleach to kill bacteria before they were disposed of.

Standard / Safe Operating Procedures Page

Provide step-by-step details for each of the sections shown below. Identify the hazards, the control methods and the personal protective equipment (PPE) required. Provide adequate detail so that the reviewers of this document will have adequate understanding of your procedure to pass judgment on the safety of your vehicle.

The **Emergency Shutdown** section should have only one or two steps required to stop your vehicle and bring it to a safe state.

The **Start-Up Procedure** section should list all the steps required to prepare your chemicals and vehicle.

The **Run Time Procedure** should describe all steps to operate your vehicle at the starting line of the competition.

The **Shutdown Procedure** should describe the steps normally taken to shutdown your vehicle at the end of your competitive run.

The **Cleanup / Waste Disposal** section should list all the steps required to clean your vehicle of all chemicals and proper chemical disposal.

Sequence of Steps	Potential Hazards	Procedure to Control Hazard	PPE or Equipment Required
Emergency Shutdown			
UNPLUG BATTERY CABLES	CHEMICAL SPILL	CELLS OF BATTERY ARE INSIDE A SECONDARY CONTAINMENT OF POLYPROPYLENE.	GLOVES, GLASSES AND LAB COAT.
Start-up Procedure			
1. PREPARE THE ELECTROLYTE SOLUTION WITH 220 g/l (saturated) on 1% w/w of H ₂ O ₂ 2. SURROUND THE MAGNESIUM ELECTRODES BY THE MEMBRANES AND INTRODUCE BOTH MAGNESIUM AND COPPER ELECTRODES INTO HERMETIC PLASTIC BAGS MADE OF POLYPROPYLENE 3. INMERSE THE SPONGES INTO ELECTROLYTE SOLUTION AND PLACE THEM INTO THE HERMETIC PLASTIC BAGS BETWEEN THE ELECTRODES 4. CONNECT THE WIRES TO THE ENGINE 5. ADD 0.25 G OF SOLUBLE STARCH, 10 ML OF H ₂ O ₂ 6 %, 10 ML OF ASCORBIC ACID	CHEMICAL SPILL	- ADEQUATE LABORATORY MATERIAL (PIPETTES, FLASKS, ETC) - CHEMICAL CONTAINERS (POLYPROPYLENE CONTAINER, WHICH CONTAINS PP BAGS, WERE REACTION HAPPENS. THE EXTERNAL CONTAINER IS COVERED BY A TERMIC INSULATION) METHACRYLATE CONTAINER FOR STOP REACTION.	GLOVES, GLASSES AND LAB COAT.

SOLUTION (0.8 G/L) AND 20 ML OF WATER INTO THE RECIPIENT FOR THE STOPPING MECHANISM			
Run Time Procedure			
INJECT 14 ML OF KI SOLUTION WITH THE SYRINGE	CHEMICAL SPILL	REACTION CONTAINER AND ACCURATE USE OF SYRINGE	GLOVES, GLASSES, AND LAB COAT.
Shutdown Procedure			
IODIDE CLOCK TURNS THE SOLUTION BLACK PROMPTING ENGINE'S STOP	CHEMICAL SPILL	POLYPROPYLENE CONTAINER.	GLOVES, GLASSES, AND LAB COAT.
Cleanup / Waste Disposal			
<ol style="list-style-type: none"> 1. DISCHARGE CHEMICALS INTO PROPER CONTAINERS, DEPENDING ON THE pH, FOR THEIR DISPOSAL. IN THIS CASE A CONTAINER WITH SLIGHTLY BASIC pH WAS USED FOR THE SOLUTIONS USED. 2. THE DISPOSAL MANAGEMENT IS CARRIED ON BY <i>SVC VALORIZACIÓN</i> IN THE FRAME OF THE CONTRACT WITH THE UNIVERSITY. THE WASTE CONTAINER WAS LABELED ACCORDING WITH COMPANY REQUIREMENTS. 3. TOOLS WILL BE CLEANED UP THOROUGHLY WITH ABUNDANT WATER AND SOAP BETWEEN RUNS AND AT THE END. 4. BETWEEN RUNS, THE WASTE SOLUTION OF THE STOPPING REACTION IS DISPOSED OF AS PREVIOUSLY 	CHEMICAL SPILL	ADEQUATE LABORATORY PRACTICES.	GLOVES, GLASSES, AND LAB COAT.

DESCRIBED IN STEPS 1 AND 2, AND THE CONTAINER IS CLEANED UP TO BE USED AGAIN.			
5. FINAL CLEAN UP INCLUDES THE SPET 4 AND ALSO THE DISASSEMBLY OF THE BATTERY CELLS. ELECTRODES ARE CLEANED AND SANDED, THE ELECTROLYTE SOLUTION IS DISPOSED OF AS DESCRIBED IN STEPS 1 AND 2 AND BAGS AND SPONGES ARE CLEANED.			

Equipment List

Please list every piece of equipment on the car. Please include all manufacturer's specification documents or specifications for custom-built components in the EDP Supplement document.

Equipment	Manufacturer	Operating Limits: Temperature	Operating Limits: Pressure	Incompatible Materials?
BODY WORK (PLA)	CUSTOM PIECES (COMPLUTENSE UNIVERSITY)	160 °C	50 MPa	STABLE
CATHODE (COPPER)	COMERCIAL HANDLER	1084, 62 °C	220 MPa	NA
ANODE (MAGNESIUM)	COMERCIAL HANDLER	240 °C	160 MPa	OXIDIZING AGENTS, ACIDS, MOISTURE.
LED LIGHT	COMERCIAL HANDLER	NA	NA	NA
DETECTOR RECIPIENT (METHACRYLATE)	COMERCIAL HANDLER	150 °C	79,6 MPa	METALS, ACIDS, ALKALIS

POLYPROPYLENE CONTAINER	COMERCIAL HANDLER	130 °C	33 MPa	STABLE
HERMETICAL BAGS (POLYPROPYLENE)	COMERCIAL HANDLER	130 °C	NA	STABLE
ENGINE	COMERCIAL HANDLER	70 °C	-	CHEMICALS, WATER
ARDUINO	COMERCIAL HANDLER	70°C	-	CHEMICALS, WATER
GEAR (PLA)	CUSTOM PIECES (COMPLUTENSE UNIVERSITY)	160 °C	50 MPa	STABLE
SYRINGE (POLYPROPYLENE)	COMERCIAL HANDLER	130 °C	NA	STABLE

ANEXO B. Póster



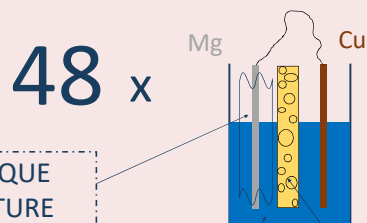
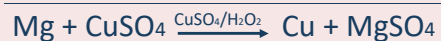
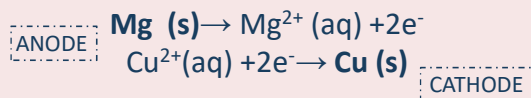
ROCINANTE

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID



POWER SOURCE

REDOX REACTIONS



UNIQUE
FEATURE

ELECTROLYTIC
SOLUTION
($\text{CuSO}_4/\text{H}_2\text{O}_2$)

SPONGE

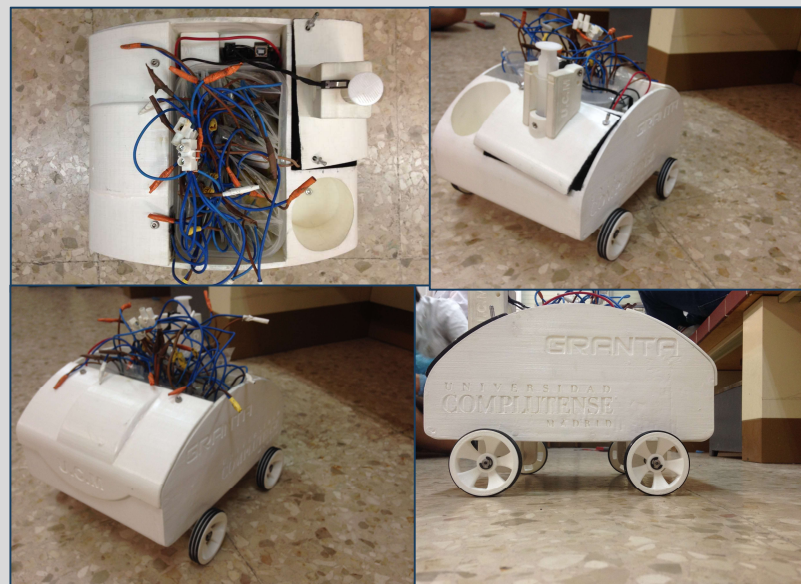
UNIQUE FEATURE

BIOLOGICAL MEMBRANES

(*Acetobacter Xilinum* nanocellulose)

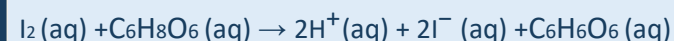
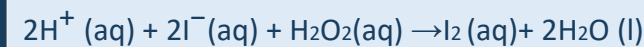
- Wrapping up Mg electrode.

- Battery intensity improvement

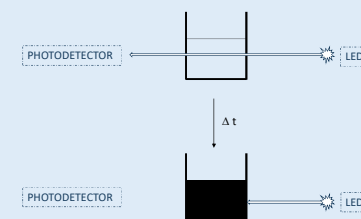


STOPPING MECHANISM

IODINE CLOCK REACTION



REACTANT	CONC.
H_2O_2	6 %
STARCH	EXCESS
ASCORBIC ACID	8 g/L
KI	VARIABLE



SAFETY & ENVIRONMENT

PPE

- GLOVES
- SAFETY GLASSES
- LAB COAT

HAZARD

Chemicals
(Toxicity & reactivity)

Electrical wires

Membranes

CONTROL

Secondary containments

Sealed

Removal of bacteria

ENVIRONMENTAL ISSUES

POWER SOURCE – BIOMEMBRANES

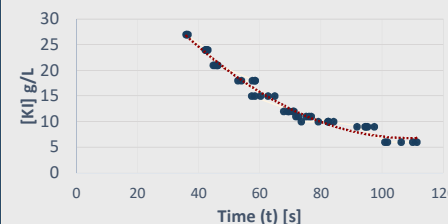
BODY CAR – PLA (BIOPOLYMER)

STOPPING REACTION – STARCH

BIODEGRADABLE COMPONENTS

CALIBRATION CURVES

STOPPING MECHANISM



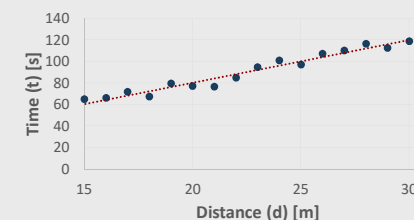
$$[\text{KI}] = 0,0037t^2 - 0,8125x + 51,127$$

$$R^2 = 0,9778$$

$$t = 3,9756 \times d + 0,8303$$

$$R^2 = 0,9819$$

TIME - DISTANCE



ANEXO C. Presentación del seminario

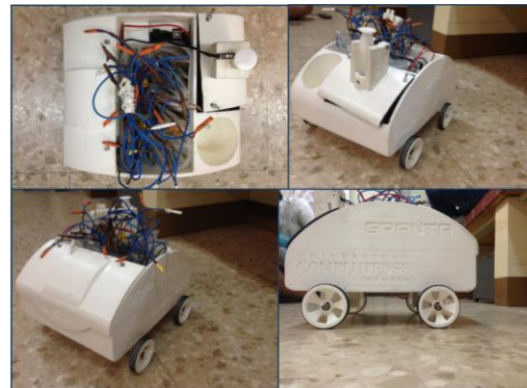
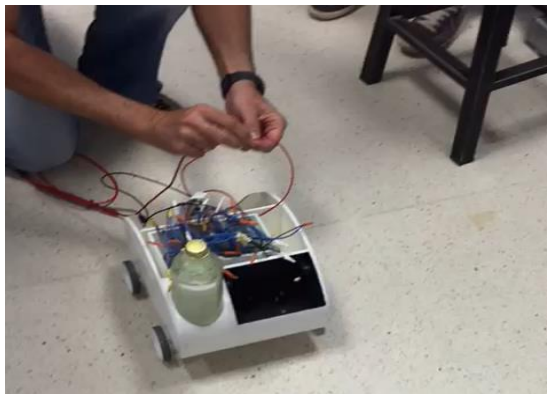
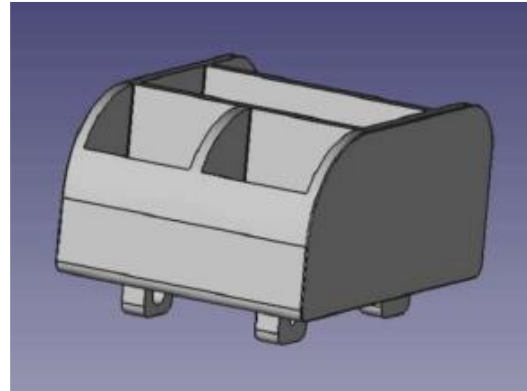
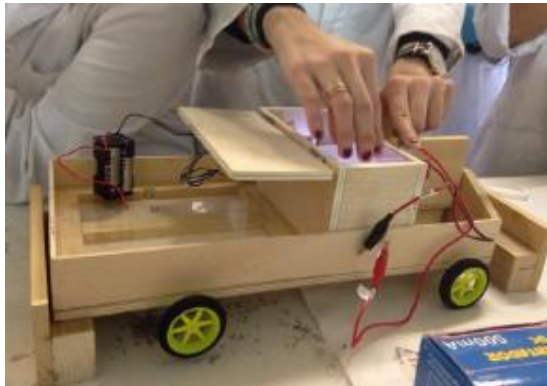


UNIVERSIDAD
COMPLUTENSE
MADRID

AIChE 
The Global Home of Chemical Engineers

ROCINANTE

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID



NUESTRO PROYECTO DEL CHEM-E-CAR

Posibles fuentes de energía

Modelo	Primero
Ánodo	Zn
Cátodo	Cu
Puente salino	Lana de vidrio
	$\text{CuSO}_4 + \text{ZnSO}_4$

- ✓ Pila común de Zinc-Cobre
- ✓ No se conseguían la intensidad ni el voltaje suficientes
- ✓ Puente salino muy rudimentario
- ✓ Disolución de sulfato de cobre y sulfato de zinc

Posibles fuentes de energía

Modelo	Segundo
Ánodo	Zn
Cátodo	Cu
Puente salino	Membrana nanocelulosa
	$\text{CuSO}_4 + \text{ZnSO}_4$

- ✓ Misma pila Zinc-Cobre
- ✓ No se conseguían la intensidad ni el voltaje suficientes
- ✓ Puente salino mejorado con membrana de nanocelulosa
- ✓ Disolución de sulfato de cobre y sulfato de zinc

Posibles fuentes de energía

Modelo	Tercero
Ánodo	Mg
Cátodo	Cu
Puente salino	Membrana nanocelulosa
	$\text{CuSO}_4 + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{NaCl}$

- ✓ Nueva pila Magnesio-Cobre
- ✓ No se conseguía la intensidad suficiente
- ✓ Puente salino mejorado con membrana de nanocelulosa
- ✓ Disolución de sulfato de cobre en presencia de peróxido de hidrógeno y cloruro sódico

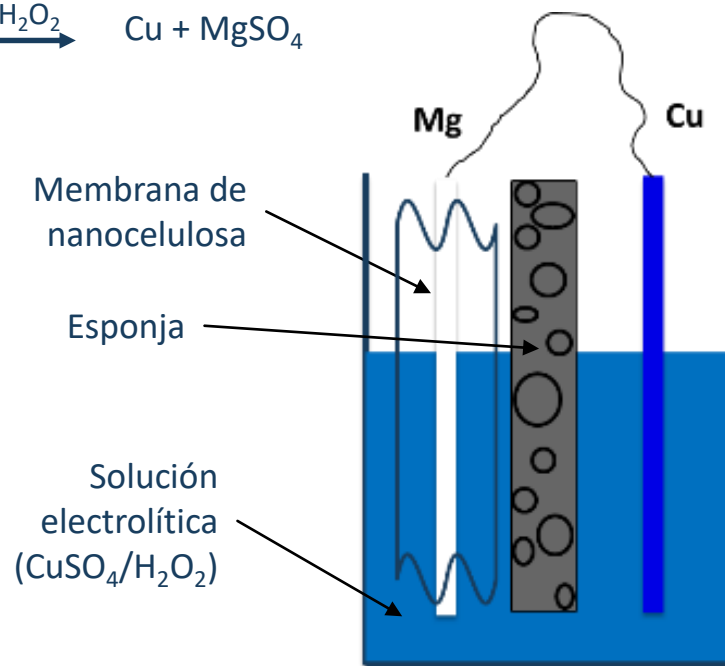
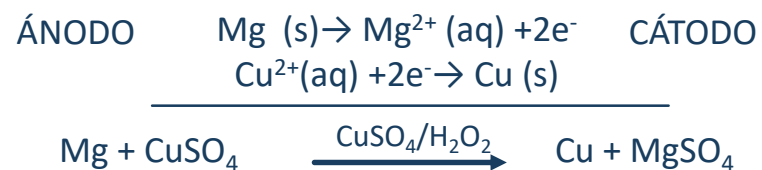
Posibles fuentes de energía

Modelo	Cuarto
Ánodo	Mg
Cátodo	Cu
Puente salino	Membrana nanocelulosa
	$\text{CuSO}_4 + \text{H}_2\text{O}_2$ baja conc

- ✓ Misma pila Magnesio-Cobre
- ✓ Arreglado el problema de la intensidad poniendo gran número de celdas
- ✓ Puente salino mejorado con membrana de nanocelulosa
- ✓ Disolución de sulfato de cobre en presencia de peróxido de hidrógeno en baja concentración

Diseño actual del coche

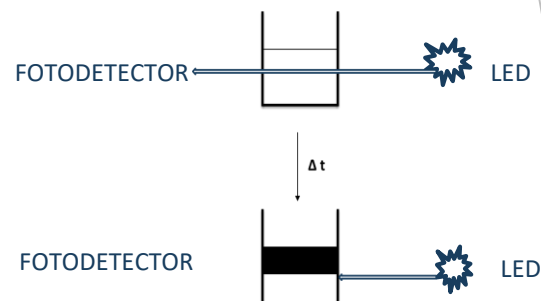
FUENTE DE ENERGÍA



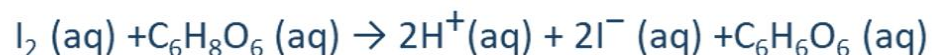
Reacción de parada

Variando la concentración de KI se formará más o menos I_2 en la primera reacción.

El I_2 formado se reducirá en la segunda reacción con la vitamina C y una vez se agota, el I_2 en exceso formará un complejo con el almidón que tornará la disolución negra.



Reacción de reloj de yodo



REACTANT	CONC.
H ₂ O ₂	6 %
STARCH	EXCESS
ASCORBIC ACID	8 g/L
KI	VARIABLE

Novedad en el diseño

UNIQUE FEATURE

BIOLOGICAL MEMBRANES
(*Acetobacter Xilinum* nanocellulose)

- Wrapping up Mg electrode.
- Battery intensity improvement



Seguridad y medioambiente

SAFETY & ENVIRONMENT

PPE	HAZARD	CONTROL
- GLOVES - SAFETY GLASSES - LAB COAT	Chemicals (Toxicity & reactivity)	Secondary containments
	Electrical wires	Sealed
	Membranes	Removal of bacteria

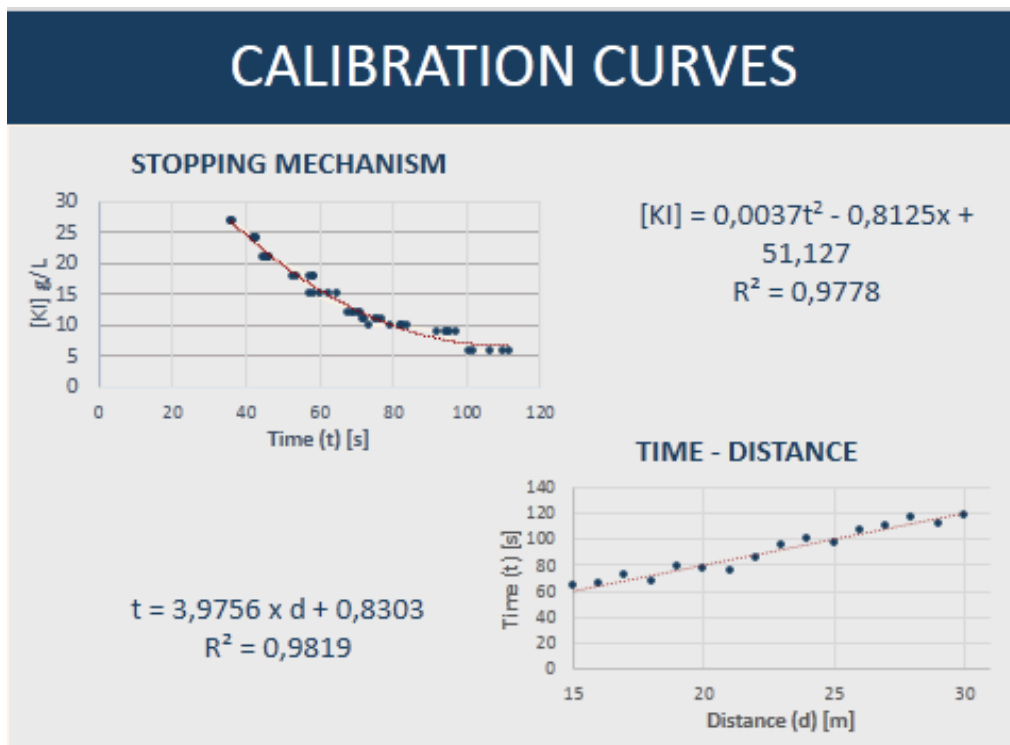
ENVIRONMENTAL ISSUES

POWER SOURCE – **BIOMEMBRANES**
BODY CAR – **PLA (BIOPOLYMER)**
STOPPING REACTION – **STARCH**

BIODEGRADABLE COMPONENTS

- ✓ Tecnología innovadora
- ✓ Membranas semipermeables
- ✓ Mejoran la intensidad de las celdas

Curvas de calibración



✓ Menor concentración de KI, mayor tiempo de parada

Conclusiones del proyecto

- ✓ La experiencia en general es indudablemente enriquecedora para nosotros los estudiantes, sin importar la victoria en la competición.
- ✓ Los estudiantes mejoramos nuestros conocimientos y habilidades en ingeniería química y los ponemos en práctica.
- ✓ Los estudiantes adquirimos multitud de habilidades como el trabajo en equipo, sociabilización con otras universidades, enfrentar problemas del ámbito profesional...
- ✓ Adquisición de nuevos conocimientos en el ámbito de seguridad de trabajo en el laboratorio.

Futuras proyecciones

- ✓ Captar la atención de nuevas generaciones para la continuación del proyecto
- ✓ Investigación en otras fuentes de energía más fiables, fáciles de emplear y seguras
- ✓ Conseguir nuevas fuentes de patrocinio
- ✓ Fomentar el impulso de nuevos proyectos sobre ingeniería química en los que el alumnado pueda participar
- ✓ Mejorar nuestra participación en siguientes competiciones
- ✓ Plataforma Google Plus disponible para todos los miembros que facilita el acceso al material e información del proyecto
- ✓ Realización de Actas tras cada reunión



UNIVERSIDAD
COMPLUTENSE
MADRID

AIChE 
The Global Home of Chemical Engineers

ANEXO D. Actas de reuniones

- Google plus para ir añadiendo toda la información y tenerla siempre presente
- secretarios para guardar memorias de cada sesión y subirla
- carta de compromiso
- propulsión moviendo turbina
- cambiar sistema de transmisión del motor a las ruedas para disminuir fuerza de arranque (sistemas porosos)
- nitramina (revisar si estaría permitida la reacción)

Dividimos en tres grupos:

- 1 investigar opciones nitramina y comprobar que son permitidas (Celia)
- 2 investigar reacciones a presión (Edu)
- 3 comprobar la potencia con el otro coche y ver si da bien (Alonso)
- 4 investigar nuevas pilas que sean accesibles y económicas (Jesús)

Siguiente sesión 2 de marzo a las 13:30

Asistente:

Noemi Merayo

Ana Balea

Celia Ruiz

Víctor Moreta

Edu Sánchez

Pablo Arsuaga

Jesús Resino

Raúl Alberola

Pablo Ara

Jonás Carnero

Alonso Montero

- Temas tratados:

1. Posible solución a la pila de Mg (Aunque al final se investigará el mecanismo por presiones)
2. Nuevo método propuesto: una bobina en la cual está presente un imán que genera energía (Linterna fap fap/pum pum). No salpica.
3. Elección unánime de los asistentes por comenzar el estudio de métodos por presión
4. Mantenimiento de la reacción de frenado.

- Objetivos para la **PRÓXIMA REUNIÓN (09/03/2018, 13:00-13:15)**

1. Buscar y valorar posibles reacciones que generen gases y sean aptos con la normativa de seguridad y contaminación. (Cada integrante que lleve 2-3-4-5 (y 20 Héctor) y en la reunión descartaremos las posibilidades repetidas/no aptas.

- Asistentes.

1. Celia
2. Héctor ©
3. Edu
4. Alonso
5. Ignacio
6. Dani
7. Pablo del Amo
8. Víctor
9. Jonás
10. Arsu
11. Jesús ©